Namira S.G.R.P.A
Sede: Via Olmetto 8
20123 Milano (MI)

MXP MAGENTA
Viale Piemonte 66, 20013 Magente (MI) Italia
Campus Ad Uso Data Center

VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
Ai sensi degli artt. 23-25 del D.Lgs.152/06

Documento:
20005_ES V IEM 01 -
Studio di impatto elettromagnetico

Data
15 Dicembre 2025

Proprietario
Namira S.G.R.P.A

LIVON ERIKA
05.12.2025
18:37:49
GMT+02:00

Namira SGRPA
Sede: Via Olmetto 8
20123 Milano

MXP MAGENTA

VALUTAZIONE PRELIMINARE SULL'INTENSITÀ DEL CAMPO ELETTROMAGNETICO
PRELIMINARY MAGNETIC AND ELECTRIC FIELD EVALUATION

Document: 20005-ES-A-RE-03_02

Date
28 febbraio 2025

Designer
L.IN.E.A. s.r.l.
Via Puintat 2 - 33100 Udine
0432 410536 – info@lineaing.com

Property
Namira SGRPA

Sommario

1. PREMESSA 3
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO 4
3. CONSIDERAZIONI SUL CAMPO ELETTRICO 5
4. VALUTAZIONE DELL'INTENSITÀ DEL CAMPO MAGNETICO 5
4.1 Caratteristiche tecniche del cavo 7
4.2 Valutazione del campo magnetico 7
4.2.1 Descrizione dell'esercizio 8
4.2.2 Calcolo della DPA della linea con conduttori posati a trifoglio 9
4.2.3 Calcolo della DPA in corrispondenza della buca giunti 10
5. VERIFICA RECETTORI SENSIBILI 11
6. VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO DELLA SOTTOSTAZIONE UTENTE 12
7. CONCLUSIONI 12

1. PREMESSA

Con il presente documento si determina in via teorica l'andamento dell'induzione magnetica prodotto dall'elettrodotto interrato a 220 kV in progetto per la connessione di un impianto di consumo alla rete elettrica nazionale.

L'elettrodotto in oggetto è progettato per trasportare la potenza di 360 MVA ed è costituito da due linee in cavo, posate a trifoglio in trincee separate distanti m. 3 una dall'altra (interasse trifoglio). Tali terne di cavi, collegano la Cabina dell'Utente (nel seguito CP) con la Stazione Elettrica Terna di Magenta in provincia di Milano (MI).

Lo scopo di questo elaborato consiste nello stabilire la Distanza di Prima Approssimazione (DPA) in corrispondenza dell'elettrodotto interrato e delle buche giunti. Inoltre saranno riportate alcune considerazioni riguardanti l'andamento del campo elettrico prodotto dall'elettrodotto in cavo.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le normative e legislazione in vigore per la valutazione dell'intensità del campo magnetico, relativa all'opera in oggetto, sono le seguenti:

- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norma CEI 211-4: Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- Norma CEI EN 50341-1: Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1kV in corrente alternata – Parte 1: Prescrizioni generali-Specifiche comuni;
- Norma CEI EN 61936-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;
- D.P.C.M. 23 aprile 1992: Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale di 50 Hz negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- D.P.C.M. 8 luglio 2003: Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz;
- D.Lgs. n.159 del 1 agosto 2016: Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE
- D.M. 29 maggio 2008 e Allegato: "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time varying electrical and magnetic fields (1Hz-100kHz).

3. CONSIDERAZIONI SUL CAMPO ELETTRICO

Si considerano i limiti di esposizione fissati in 5kV/m dalla legislatura in vigore.

Per quanto riguarda il caso in oggetto dato che si tratta di un cavo schermato il campo elettrico viene confinato all'interno dello strato isolante e degli strati semiconduttivi del cavo stesso, infatti la guaina esterna del cavo, a contatto con il terreno assumerà potenziale nullo. A valle di queste considerazioni si può affermare che all'esterno dei cavi si avrà assenza di campo elettrico.

4. VALUTAZIONE DELL'INTENSITÀ DEL CAMPO MAGNETICO

In materia esposizione ed intensità di campo elettrico e magnetico il D.P.C.M. 23 aprile 1992 "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale di 50 Hz negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", fissava all'art.4, in 5 kV/m e 100 μT il valore di detti limiti per tutti gli elettrodotti ad alta tensione (132, 220 e 380 kV) comunque eseguiti.

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 8 luglio 2003 fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti, nonché le tecniche di misurazione e di rilevamento dei livelli di emissioni elettromagnetiche, ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni. I valori fissati sono riportati nella tabella seguente

DPCM 08 Luglio 2003 (f = 50 Hz)	**Limite di Esposizione Campo Magnetico**
Limite di esposizione	100 μT
Valore di attenzione* (Limite per strutture antecedenti il 2003)	10 μT
Obiettivo di Qualità dopo il 2003*	3 μT

**da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio*

In particolare, per tutte le nuove costruzioni il campo magnetico deve essere contenuto entro i confini di proprietà.

Il cavidotto 220 kV in oggetto percorre strade campestri e tratte di viabilità pubblica, in ogni caso non si attraversano zone sensibili. Inoltre si specifica che viene contenuto il valore di $100\ \mu T$ al disotto del piano di calpestio lungo tutta il tratto della linea.

4.1 Caratteristiche tecniche del cavo

I cavi considerati sono del tipo ARE4H5E o similare con conduttore in alluminio e isolamento in polietilene reticolato XLPE.

Il singolo cavo è costituito da un conduttore in alluminio, coperto da uno strato semiconduttivo, ricoperto a sua volta dallo strato isolante in polietilene reticolato, da un secondo strato semiconduttivo, da una guaina impermeabilizzante, dallo schermo metallico in rame, e dalla guaina esterna in polietilene. Il cavo è predisposto per il funzionamento alla tensione nominale concatenata di 220 kV e risponde alla norma costruttiva IEC 62067.

Di seguito vengono riportate le principali caratteristiche tecniche del cavo considerato.

Dati tecnici

- Tipo di cavo: ARE4H5E o similare;
- Tensione nominale d'isolamento (U_0/U): 127/220 kV;
- Tensione massima permanente di esercizio (U_M): 245 kV;
- Sezione nominale: 1x2500 mm^2;

Dati costruttivi

- Conduttore: Allumino;
- Semiconduttore interno: strato estruso costituito da mescola estrusa termoindurente
- Isolante: polietilene reticolato spessore 19 mm;
- Semiconduttore esterno: strato estruso costituito da mescola estrusa termoindurente
- Schermo metallico: guaina in alluminio saldato;
- Guaina esterna: HDPE
- Diametro esterno del cavo: 123 mm (indicativo);
- Peso netto del cavo: 17 kg/m (indicativo).

4.2 Valutazione del campo magnetico

Il campo magnetico è stato studiato in via analitica, in accordo alla norma CEI 211-4, conducendo simulazioni distinte per le modalità di posa più significative:

- Posa standard a trifoglio in trincea
- Buca giunti

L'esercizio dell'elettrodotto viene descritto nella *sezione 4.2.1*.

La valutazione del campo magnetico è stata condotta attraverso un programma di calcolo apposito, "Cableizer", edito da Braavos GmbH. L'interfaccia del suddetto prevede l'inserimento di tutti i dati che caratterizzano la via cavo: geometria del sistema da studiare, tipo di cavo e caratteristiche, tipo di posa, caratteristiche fisiche e dimensionali del riempimento. Il programma stabilisce, per iterazioni successive, la portata effettiva di ciascun cavo considerando la dissipazione termica in funzione della profondità e tipo di posa. A valle di tale computazione, ottenuta la portata effettiva di ciascun cavo, viene simulato il campo magnetico prodotto dal sistema complesso

Di seguito si riportano le analisi e i relativi risultati per i due casi distinti valutati.

4.2.1 Descrizione dell'esercizio

Le linee in cavo sono realizzate mediante posa intubata a trifoglio con interasse di 3 metri l'una dall'altra. In tal senso la condizione più significativa è rappresentata dal campo magnetico prodotto dalla corrente corrispondente alla portata al limite termico da una linea.

4.2.2 Calcolo della DPA della linea con conduttori posati a trifoglio

La dorsale a 220 kV che connette l'Utente alla Stazione Elettrica TERNA di Magenta è formata da due linee, ciascuna composta da 3 conduttori unipolari posati a trifoglio in tubo interrato. La profondità del letto di posa risulta essere di 1,7 m dal piano di calpestio. È stata valutata una terna di cavi percorsa da una terna di correnti equilibrate il cui modulo del vettore è pari a 1350 A, ovvero corrispondente alla portata al limite termico per il cavo e le condizioni di posa considerate. Al fine di determinare la distanza di prima approssimazione è stato tenuto conte della modalità di impiago delle linee ovvero una terna di rincalzo all'altra, dunque con una sola linea attiva.

L'analisi dei risultati (riportata in Figura 1) mostra come il valore di $100\ \mu T$ (limite di esposizione) è confinato interamente sotto il piano di calpestio e come il campo magnetico con valori superiori a $3\ \mu T$ sia interamente contenuto entro 4,70 metri dall'asse della linea riportata al livello del piano di calpestio.

Ciò considerato, la distanza di prima approssimazione (DPA) lungo la linea è di 4,70 metri dall'asse di cisascuna linea, occupando una fascia di 12,40 metri complessivi (4,70+3,00+4,70).

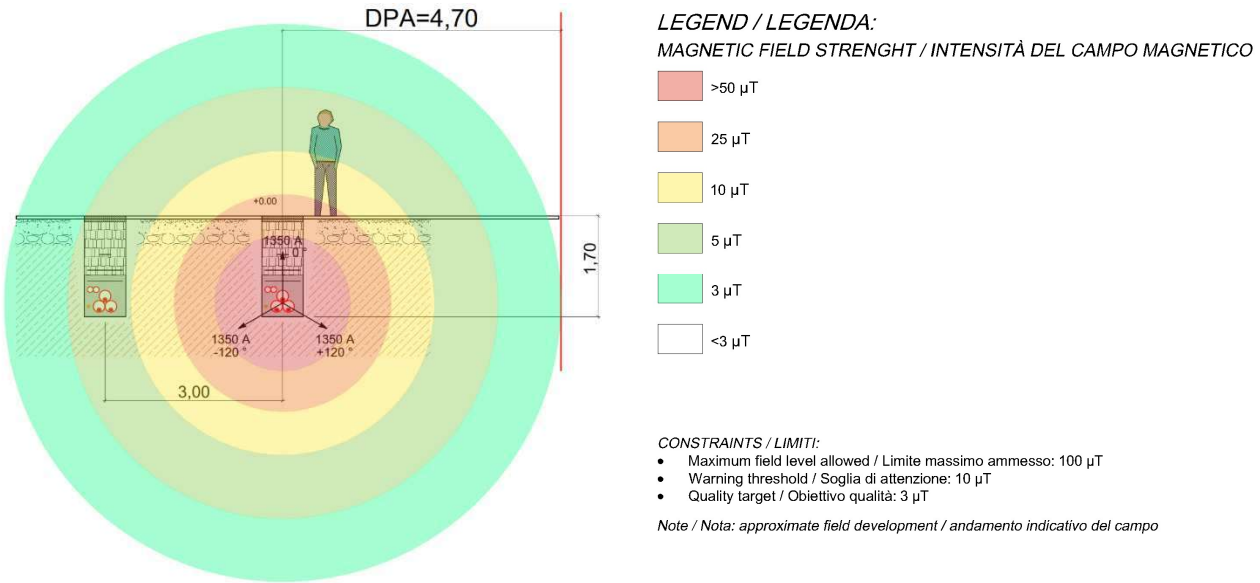


Figura 1 - Andamento del campo magnetico della linea AT 220kV in terna di cavo unipolare posato a trifoglio

4.2.3 Calcolo della DPA in corrispondenza della buca giunti

Il campo magnetico prodotto dalla terna di cavi, attraversati da corrente pari a 1350 A, in corrispondenza della buca giunti risulta più ampio. Tale fenomeno è imputabile alla disposizione della terna di cavi unipolari in prossimità del giunto. Infatti in sezione i cavi passano da una posa a trifoglio ad una posa in piano, con i conduttori posti alla distanza di 650 mm.

L'analisi dei risultati (riportata in *Figura 2*) mostra come il valore di $100\ \mu T$ (limite di esposizione) è sempre confinato interamente sotto il piano di calpestio, e come il limite di $3\ \mu T$ relativo al campo magnetico a livello dell'asse conduttori si esntende fino a 10,0 metri dall'asse verticale della buca giunti. Pertanto la distanza di prima approsimazione è definita a livello del piano di calpestio e risulta pari a 10,0 metri.

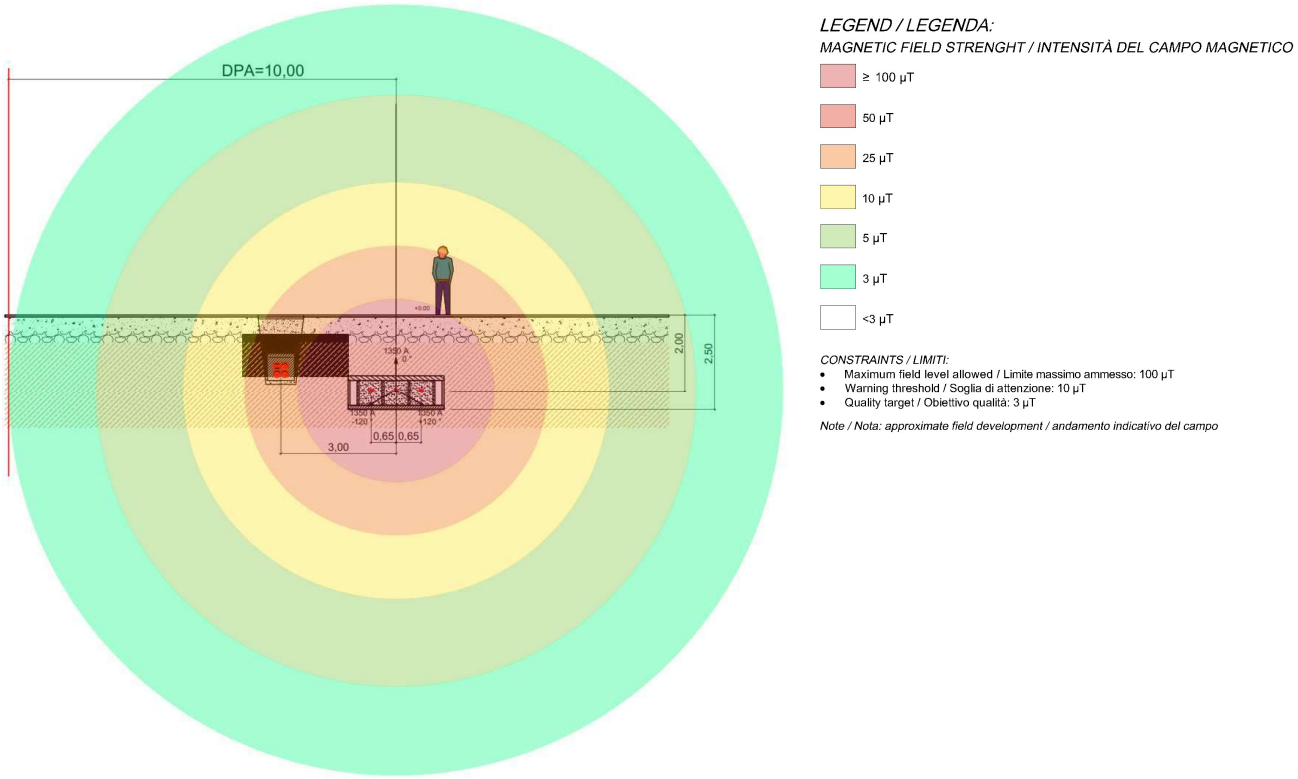


Figura 2 - Andamento del campo magnetico della linea AT 220kV in corrispondenza della buca giunti

Ciò considerato, la distanza di prima approssimazione (DPA) in corrispondenza delle buche giunti, posizionate con interasse buche di 3 m (come in *Figura 2*), occupa una fascia di 23,0 metri complessivi

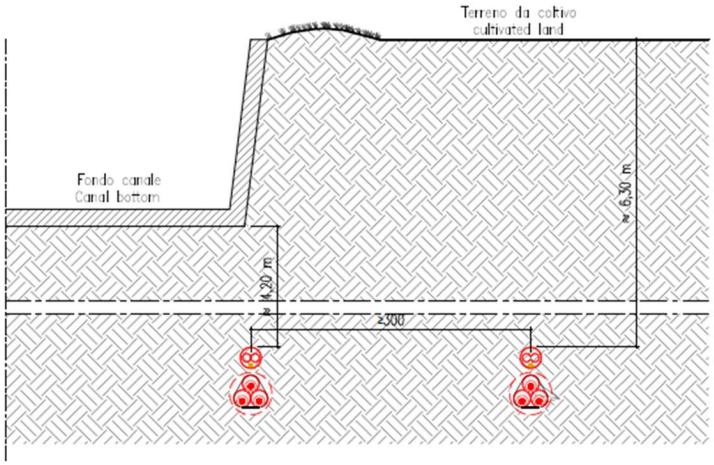
5. VERIFICA RECETTORI SENSIBILI

Il tracciato della linea è stato studiato anche in funzione della presenza di recettori sensibili. In particolare, i cavidotti sono stati disposti in maniera da allontanarsi dagli edifici residenziali presenti lungo il percorso.

Entro la distanza di prima approssimazione (DPA) non risulta essere presente alcun recettore sensibile.

Unico punto di avvicinamento è all'incrocio fra via Pacinotti e via G. Galilei, dove comunque gli edifici rimangono esterni alle fasce DPA. Si rimanda alla planimetria DPA per la rappresentazione grafica della situazione.

Si tenga inoltre presente che questo tratto è realizzato in trivellazione orizzontale controllata per il sottopasso del canale e sarà posato ad una profondità maggiore rispetto alla posa standard (circa 6 m); in questa posizione, il valore di intensità del campo magnetico viene contenuto entro i 3μT entro il livello del terreno.



Schema indicativo di posa in corrispondenza dell'incrocio di via Pacinotti e via G. Galilei

6. VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO DELLA SOTTOSTAZIONE UTENTE

Nella stazione non è prevista la presenza di personale se non per interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria; non trovano quindi diretta applicazione le leggi in materia di limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003).

Il campo magnetico complessivamente prodotto viene valutato considerando le correnti nominali per ciascuna apparecchiatura e linea; il caso peggiorativo è quello della linea (massimo carico) che si replica sulle sbarre della sottostazione.

Considerando che, in ogni punto, la distanza fra le sbarre AT e la recinzione sarà superiore a 10 m, si conferma che la configurazione prevista per la stazione non genera livelli di emissione di campo elettrico e magnetico al di fuori dell'area di stazione tali da superare i limiti imposti dalle norme; i campi elettrici e magnetici esternamente all'area di stazione sono riconducibili ai valori generati dalle linee entranti.

7. CONCLUSIONI

Considerate le caratteristiche di posa ed esercizio degli impianti, sono state condotte le simulazioni in corrispondenza delle configurazioni di progetto maggiormente critiche.

Il valore di campo magnetico di $3\ \mu T$, riconosciuto dalla legislazione vigente come obiettivo di qualità per le nuove installazioni, sarà sempre contenuto entro la DPA definite in 4,70 metri lungo il tracciato del cavidotto ed in 10,0 metri in corrispondenza delle buche giunti.

Al livello del piano di calpestio sopra i cavidotti, il campo magnetico non raggiungerà mai valori superiori a $100\ \mu T$ definito come limite di esposizione.

Non si rilevano recettori sensibili entro la fascia DPA.

Firmato digitalmente da: Eugenio Radice Fossati Confalonie
Data: 18/12/2025 17:40:09